

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 03030329 A

(43) Date of publication of application: 08.02.91

(51) Int. Cl

H01L 21/304  
B08B 3/12

(21) Application number: 01164763

(22) Date of filing: 27.06.89

(71) Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(72) Inventor: WASHITANI AKIHIRO  
HARADA HIROTSGU

(54) SEMICONDUCTOR-WAFER CLEANING  
APPARATUS

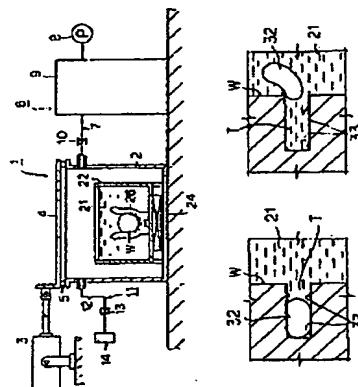
(57) Abstract:

PURPOSE: To clean the inner surface of a trench hole and to improve the quality and the yield rate of a semiconductor wafer by reducing the pressure in a pressure container, and performing the substitution of a bubble and cleaning liquid which remain in the trench hole.

CONSTITUTION: Cleaning liquid 21 wherein a semiconductor wafer W is immersed is stored in a cleaning tank 22. An ultrasonic wave oscillating device 2 which applies ultrasonic wave oscillation into the cleaning liquid 21 is arranged in the tank 22. A pressure container 2 wherein the cleaning tank 22 is internally accommodated and a pressure applying means 11 and a pressure reducing means 6 are arranged is provided. Then, the semiconductor wafer W to be cleaned is immersed into the cleaning liquid 21. With ultrasonic wave oscillation being applied into the cleaning liquid 21, pressure applying and pressure reducing manipulations are performed in the pressure container 2. Then, the balance between the pressure of the cleaning liquid 21 which is balanced under the atmospheric pressure and the pressure of a bubble 32 which is formed on the surface of the semiconductor wafer W and remains

in the trench hole is changed. The volume of the bubble 32 expands, and the bubble 32 is pushed out of the trench hole T. The cleaning liquid 2 enters into the hole at the same time.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio



Best Available Copy

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A) 平3-30329

⑫ Int.Cl.<sup>5</sup>  
H 01 L 21/304  
B 08 B 3/12

識別記号 庁内整理番号  
341 T 8831-5F  
A 7817-3B

⑬ 公開 平成3年(1991)2月8日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 半導体ウェハ洗浄装置

⑮ 特願 平1-164763

⑯ 出願 平1(1989)6月27日

⑰ 発明者 鶴谷 明宏 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社北伊丹製作所内

⑱ 発明者 原田 瞳嗣 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社北伊丹製作所内

⑲ 出願人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代理人 弁理士 大岩 増雄 外2名

明細書

1. 発明の名称

半導体ウェハ洗浄装置

2. 特許請求の範囲

(1) 半導体ウェハが浸没される洗浄液を貯蔵し、かつ、この洗浄液に超音波振動を印加する超音波振動装置が配設された洗浄槽と、

この洗浄槽を内装し、かつ、加圧及び減圧手段が配設された圧力容器とを備えたことを特徴とする半導体ウェハ洗浄装置。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

この発明は、半導体製造プロセスにおいて用いられる半導体ウェハ洗浄装置(以下、洗浄装置という)に関する。

【従来の技術】

従来から、半導体ウェハの表面に付着している微粒子や残留している微量の痕跡などの異物を除去するにあたっては、半導体ウェハが浸没された超音波振動を印加し、かつ、この半導体ウェハを

洗浄液中で振動操作することによって洗浄する方法が採用されている。そして、この際に用いられる洗浄装置としては、第2圖の断面図で示すように構成されたものが知られている。

この洗浄装置20は、半導体ウェハWが浸没される洗浄液21を貯蔵した洗浄槽22と、この洗浄槽22を内装する外槽23とを備えており、この外槽23の底面外側には超音波振動装置24が配設されている。そして、この外槽23と洗浄槽22との間に、超音波振動を洗浄液21に対して効率よく伝達するためのバッファ液25が満たされている。一方、半導体ウェハWはウェハカセット26に立て姿勢の状態で保持されており、このウェハカセット26は外槽23の一側部に設けられたウェハ振動装置27を構成するチャック28によって吊り下げ支持されている。なお、このウェハ振動装置27は支点29を中心として振動自在に支持された振動アーム30を備えており、その一端部には前記チャック28が、また、その他端部には振動アーム30を振動駆動する油圧シ

特開平3-30329(2)

リングなどのアクチュエータ31がそれぞれ連結されている。

そこで、この洗浄装置20を用いた半導体ウェハWの洗浄においては、まず、洗浄すべき半導体ウェハWをウェハカセット26上に移設したうえ、このウェハカセット26をチャック28で吊り下げ支持する。つぎに、このウェハカセット26を洗浄槽22上に移送して洗浄液21中に浸漬したのち、外槽23に配設された超音波振動装置24及びウェハ振動装置27のアクチュエータ31を起動する。すると、半導体ウェハWが浸漬された洗浄液21には、超音波振動が印加されることになる。また、同時に、この半導体ウェハWは、アクチュエータ31で駆動駆動される駆動アーム30を介して洗浄液21中で駆動操作されることになる。その結果、半導体ウェハWの表面に付着していた異物は、超音波振動及び駆動操作によって脱落させられて除去されることになる。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、前記従来構成の洗浄装置20を用い

る、その内部に残存する気泡と洗浄液とを置換することができ、その内面に付着した異物をより確実に除去して半導体ウェハにおける品質や歩留りの向上を図ることが可能な半導体ウェハ洗浄装置の提供を目的としている。

〔課題を解決するための手段〕

この発明に係る半導体ウェハ洗浄装置は、半導体ウェハが浸漬される洗浄液を貯蔵し、かつ、この洗浄液に超音波振動を印加する超音波振動装置が配設された洗浄槽と、この洗浄槽を内装し、かつ、加圧及び減圧手段が配設された圧力容器とを備えたことを特徴とするものである。

〔作用〕

上記構成によれば、洗浄すべき半導体ウェハを大気圧下で洗浄槽に貯蔵された洗浄液中に浸漬し、かつ、この洗浄液に超音波振動を印加しながら、圧力容器内を加圧及び減圧操作することが可能となる。そこで、この圧力容器内を減圧操作した場合には、大気圧下で互いに釣り合っていた洗浄液と半導体ウェハの表面に形成されたトレンチ孔内

た洗浄方法によれば、半導体ウェハWの表面に付着した異物を容易に除去することができる反面、つぎのような不都合が生じていた。

すなわち、この半導体ウェハWの表面に、第3図(a)で拡大して示すようなトレンチ孔T、例えば、その開口径寸法が0.5~1.0μmであるのに対して深さ寸法が3~15μmというような高アスペクト比構造とされたトレンチ孔Tが形成されている場合には、このトレンチ孔T内に残存する気泡32によって洗浄液21の侵入が妨害されてしまい、超音波振動や駆動操作によっては気泡32と洗浄液21との混損が行われなくなってしまう。そこで、このトレンチ孔Tの内面に付着している異物(図では、符号33で示す)は除去されずにそのまま残留してしまうことになり、半導体ウェハWにおける品質や歩留りの低下を招いてしまう。

本発明は、このような不都合に鑑みて創案されたものであって、半導体ウェハの表面にトレンチ孔のような高アスペクト比構造が形成されていて

に残存する気泡との圧力バランスが変化し、くずれてしまうことになる。そして、洗浄液と気泡との圧力バランスがくずれると、この気泡は洗浄液との圧力バランスを保つべく体積膨張しながら浮き上がり、最終的にはトレンチ孔の外部に抜け出てしまう。そこで、この気泡が抜け出ると同時に、トレンチ孔の内部には洗浄液が侵入することによって気泡と洗浄液が置換されることになり、侵入した洗浄液によってトレンチ孔内面の洗浄が行われることになる。

さらに、この圧力容器内における加圧及び減圧操作を繰り返して行うと、これらの圧力変化に応じて洗浄液が流動することになり、トレンチ孔内に侵入した洗浄液が入れ替わる結果、トレンチ孔の内面に対する洗浄が促進されることになる。

〔実施例〕

以下、この発明の実施例を図面に基づいて説明する。

第1図は本発明に係る洗浄装置の概略構成を示す断面図であり、この図における符号1は洗浄装置

特開平3-30329(3)

置である。なお、この第1図において、従来の洗浄装置20を示す第2図と互いに同一もしくは相当する部品、部分については同一符号を付している。

この洗浄装置1は、ウェハカセット26に立て姿勢で保持された半導体ウェハWが設置される洗浄液21を貯蔵した洗浄槽22と、この洗浄槽22内を内張して加圧及び減圧操作される圧力容器2とを備えており、洗浄槽22の底面外側には洗浄液21に超音波振動を印加する超音波振動装置24が配設されている。そして、この圧力容器2の上部には、振動自在に支持された油圧シリンダなどのアクチュエータ3で開閉自在に支持された容器蓋4が配設されており、この容器蓋4はシール部材5を介して圧力容器2の開口を密閉しうるようになっている。

また、この圧力容器2の一方の側面には、減圧手段6を構成する排気配管7の一端が連通接続されている。そして、この排気配管7の他端は、真空ポンプ8によって常時100~200Torr程度

に減圧して維持された減圧バッファ槽9に排気弁10を介して連通接続されている。なお、この減圧バッファ槽9の内容積は、例えば、0.5秒以下というような短時間で圧力容器2内を減圧しうる圧力容器2の数十倍というような大きさに設定されている。さらに、この圧力容器2の他方の側面には、加圧手段11を構成する大気圧導入配管12が連通接続されている。そして、この大気圧導入配管12には、圧力容器2の内部圧力を大気圧に復帰する際に用いられる復圧弁13が配設されている。なお、図中の符号14は、大気に含まれた0.1μm以上というような大きさの粒子を除去すべく大気導入配管12の開口端に設けられたフィルターである。

ところで、この加圧手段11は後述するように圧力容器2内を加圧操作する際に用いられることになるが、例えば、この圧力容器2内を加圧操作するための加圧配管系(図示していない)を大気導入配管12系とは別に設けてもよいことはいうまでもない。

つぎに、上記構成された処理装置1を用いて行う半導体ウェハWの洗浄手順を、第1図及び第3図(a),(b)で示す半導体ウェハWを拡大して示す断面図に基づいて説明する。

まず、洗浄すべき半導体ウェハWをウェハカセット26上に設置して保持させたのち、アクチュエータ3を起動して圧力容器2の容器蓋4を開閉操作する。そして、カセット保持治具(図示していない)を用いることにより、ウェハカセット26を洗浄液21中に浸漬して洗浄槽22の底面内側に載置する。すると、半導体ウェハWの表面に形成された高アスペクト比構造のトレンチ孔Tの内部には、従来例と同様、すなわち、第3図(a)で示すような気泡32が残存することになる。そして、この気泡32は超音波振動24を起動することによって洗浄液21に超音波振動を印加してもトレンチ孔T内から抜け出すことはなく、このトレンチ孔T内への洗浄液21の投入を妨害することになる。

つぎに、アクチュエータ3を再起動して圧力容

器2の容器蓋4を開閉操作したのち、排気弁10を開閉操作して圧力容器2と減圧バッファ槽9とを導通することによって圧力容器2内を減圧操作する。すると、この減圧操作により、大気圧下で互いに約り合っていた洗浄液21と半導体ウェハWの表面に形成されたトレンチ孔T内に残存する気泡32との圧力バランスが変化してくずれてしまうことになる。そして、この気泡32は洗浄液21との圧力バランスを保つべく体積膨張しながら浮き上ることになり、最終的には、第3図(b)で示すように、トレンチ孔Tの外部に抜け出てしまう。

そこで、この気泡32が抜け出ると同時に、トレンチ孔Tの内部には洗浄液21が侵入し、気泡32と洗浄液21とが互いに置換されることになる。なお、このとき、圧力容器2内が極めて短時間で減圧操作されることによって洗浄槽22に貯蔵された洗浄液21を持ち上げる作用が同時に生じることになり、この洗浄液21の流動に追随して気泡32の浮き上がり及び抜け出しが促進されることにもなる。その結果、気泡32と置換さ

特開平3-30329(4)

れた洗浄液21がトレンチ孔T内に投入するとともに、この洗浄液21に超音波振動が印加されることによって半導体ウェハWに形成されたトレンチ孔T内の洗浄が行われることになり、トレンチ孔Tの内面に付着していた異物33が脱落して除去されることになる。

さらに、大気導入配管12に配設された複圧弁13を開操作することによって圧力容器2内の加圧操作を行うと、複圧操作と同様に、圧力変化に伴う洗浄液21の運動が生じることになる。そこで、圧力容器2内の加圧及び複圧操作を繰り返して行うと、洗浄液21が運動することによってトレンチ孔T内に投入した洗浄液21が入れ替わることになり、トレンチ孔Tの内面に対する洗浄がより一層促進されて異物33の除去が効率化されることになる。ところで、以上説明したような手順で洗浄された半導体ウェハWは、大気導入配管12を通じて圧力容器2内に大気を導入したのち、容器蓋4を開操作したうえで洗浄装置1の外部へ取り出されることになる。

(発明の効果)

以上説明したように、この発明によれば、圧力容器内を複圧操作すると、これに内蔵された洗浄槽内の洗浄液中に投げられた半導体ウェハの表面に形成されたトレンチ孔内に残存していた気泡と洗浄液とが置換される。そこで、このトレンチ孔の内部には洗浄液が投入することになり、投入した洗浄液によってトレンチ孔内面の洗浄が行われることになる。さらに、この圧力容器内における加圧及び複圧操作を繰り返して行うと、トレンチ孔内に投入した洗浄液が運動して入れ替わることになり、トレンチ孔内面に対する洗浄が促進されることになる。

したがって、本発明によれば、半導体ウェハの表面にトレンチ孔のような高アスペクト比構造が形成されている場合であっても、その内部に残存する気泡と洗浄液とを容易に置換することができ、その内面に付着した微粒子や残存溶液などの異物をより確実に除去することが可能となる結果、半導体ウェハにおける品質や歩留りの向上を図ること

ができるという優れた効果が得られる。

4. 図面の簡単な説明

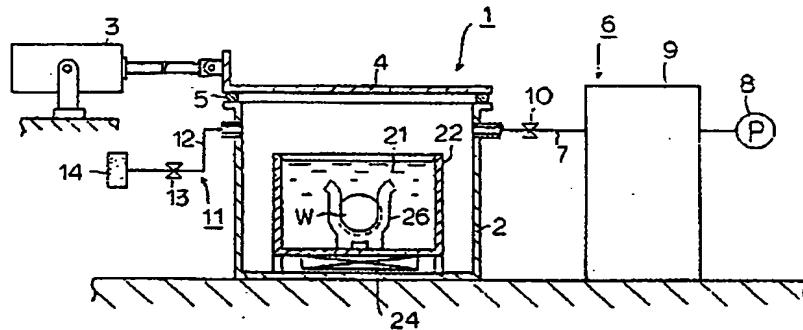
第1図は本発明に係る半導体ウェハ洗浄装置の概略構成を示す断面図であり、第2図は従来例に係る半導体ウェハ洗浄装置の概略構成を示す断面図である。また、第3図(a),(b)のそれぞれは、半導体ウェハの表面に形成されたトレンチ孔を拡大して示す要部断面図である。

図における符号1は半導体ウェハ洗浄装置、2は圧力容器、3は複圧手段、11は加圧手段、21は洗浄液、22は洗浄槽、24は超音波振動装置、Wは半導体ウェハ、Tはトレンチ孔である。

なお、図中の同一符号は、互いに同一もしくは相当する部品、部分を示している。

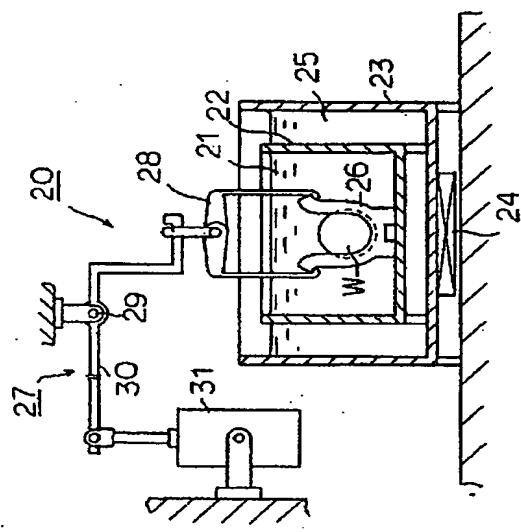
代理人 大岩 増雄

第1図

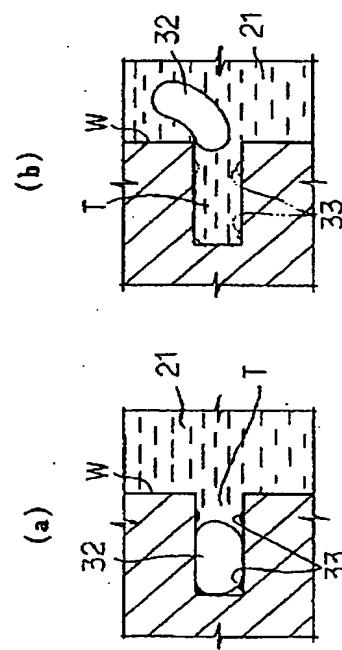


- 1 : 半導体ウェーハ洗浄装置
- 2 : 圧力容器
- 6 : 排圧手段
- 11 : 加圧手段
- 21 : 洗浄槽
- 22 : 洗浄槽
- 24 : 超音波振動装置
- W : 半導体ウェーハ
- T : ドレンチ孔

第2図



第3図





## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000229271 A**

(43) Date of publication of application: 22.08.00

(51) Int. Cl B08B 3/12  
B08B 3/10  
B41F 35/00  
B41J 2/16

(21) Application number: 11028321  
(22) Date of filing: 05.02.99

(71) Applicant: BROTHER IND LTD

(72) Inventor: MARUYAMA HIDEO  
YAMANAKA NORIHIRO

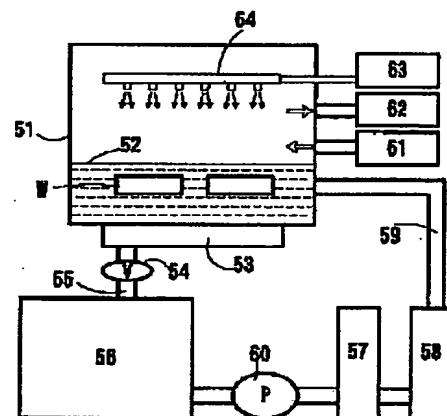
**(54) WASHING METHOD AND WASHER, AND  
MANUFACTURE OF INK JET HEAD**

vibration hardly reaches by the force of the bumping. After that, a nozzle plate is stuck to the material to be washed while the nozzle holes are made to correspond to the grooves.

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a washing method and washer by which foreign matters in grooves of a high aspect ratio can be sufficiently removed and to provide a method for manufacturing an ink jet head having high reliability by using the washing method.

**SOLUTION:** By holding a material to be washed W having grooves of a high aspect ratio such as an ink jet head under reduced pressure in immersed conditions in washing liquid 52, bubbles remaining in the grooves of the material to be washed are discharged by pressure difference between inside and outside of the washing liquid to spread the washing liquid all over the grooves. By first applying ultrasonic vibration in this state, foreign matters in the grooves are removed. Furthermore, the material to be washed is heated, and also is held under reduced pressure, thereby producing bumping in the washing liquid remaining in the grooves of the material to be washed to remove the foreign matters in the grooves that ultrasonic



(11) Japanese Patent Laid-Open No. 3-030329

(43) Laid-Open Date: February 8, 1991

(21) Application No. 1-164763

(22) Application Date: June 27, 1989

(71) Applicant: Mitsubishi Electric Corporation

(72) Inventor: WASHITANI et al.

(74) Agent: Patent Attorney, Masuo OIWA

## SPECIFICATION

### 1. Title of the Invention: SEMICONDUCTOR WAFER CLEANING APPARATUS

### 2. Claim

(1) A semiconductor wafer cleaning apparatus characterized by comprising:

a cleaning tank that stores a cleaning liquid in which a semiconductor wafer is immersed, and that has an ultrasonic oscillator for applying ultrasonic oscillations to the cleaning liquid; and

a pressure container that accommodates the cleaning tank therein, and that has pressurizing means and depressurizing means.

### 3. Detailed Description of the Invention

[Technical Field of the Invention]

The present invention relates to a semiconductor wafer cleaning apparatus (hereinafter, referred to as a cleaning apparatus) used in a semiconductor manufacture process.

[Description of the Related Arts]

In removing particulates adhering to the surface of a semiconductor wafer or foreign matter such as a trace amount of a residual chemical solution, a method has hitherto been used in which ultrasonic oscillations is applied to a cleaning liquid in which the semiconductor wafer is immersed, and in which the semiconductor wafer is subjected to swing operations in the cleaning liquid. As a cleaning apparatus employed then, an apparatus configured as shown in Fig. 2 (sectional view) is known.

This cleaning apparatus 20 includes a cleaning tank 22 that stores a cleaning liquid 21 in which a semiconductor wafer W is immersed, and an outer tank 23 accommodating this cleaning tank 22 therein. An ultrasonic oscillator 24 is arranged outside the bottom surface of the outer tank 23. The gap between the outer tank 23 and the cleaning tank 22 is filled with a buffer liquid 25 for efficiently transmitting ultrasonic oscillations to the cleaning liquid 21. On the other hand, the semiconductor wafer W is held by a wafer cassette 26 in an upright posture, and the wafer cassette 26 is suspendedly supported by a chuck 28 that constitutes a wafer swing device 27 disposed on one side of

the outer tank 23. The wafer swing device 27 has a swing arm 30 supported so as to be able to freely swing about a fulcrum 29. Connected to one end of the wafer swing device 27 is the chuck 28, and connected to the other end thereof is an actuator 31, such as a hydraulic cylinder, for actuating the swing arm 30.

In the cleaning of the semiconductor wafer W using this cleaning apparatus 20, firstly the semiconductor wafer W to be cleaned is transferred onto the wafer cassette 26, and then the wafer cassette 26 is suspendedly supported by the chuck 28. Next, the wafer cassette 26 is transferred above the cleaning tank 22, and immersed in the cleaning liquid 21. Thereafter, the ultrasonic oscillator 24 arranged in the outer tank 23 and the actuator 31 for the wafer swing device 27 are started. Thereupon, ultrasonic oscillations are applied to the cleaning liquid 21 in which the semiconductor wafer W is immersed. Concurrently, the semiconductor wafer W is subjected to swing operations in the cleaning liquid 21 via the swing arm 30 swingingly driven by the actuator 31. As a result, foreign matter adhering to the surface of the semiconductor wafer W is caused to fall off and is removed by the ultrasonic oscillations and the swing operation.

[Problems to be Solved by the Invention]

According to the cleaning method using the above-described conventional cleaning apparatus 20, foreign matter

adhering to the surface of the semiconductor wafer W can be easily removed, but on the other hand, the following drawback has been brought about.

When, in the surface of the semiconductor wafer W, there is provided a trench hole T as enlargedly shown in Fig. 3(a), for example, a trench hole T configured to have a high aspect ratio in a manner such that the depth of the trench hole T is 3 to 15  $\mu\text{m}$  with respect to the opening diameter thereof of 0.5 to 1.0  $\mu\text{m}$ , the entry of the cleaning liquid 21 is obstructed by a bubble 32 remaining inside this trench hole T. This inhibits the substitution of the cleaning liquid 21 for the bubble 32 by ultrasonic oscillations and swing operations. As a result, foreign matter (denoted by reference numeral 33 in Figs. 3A and 3B) adhering to the inner surface of the trench hole T remains just as it is without being removed, thereby incurring the reduction in the quality and the yield rate of the semiconductor wafer W.

The present invention has been devised in the light of such a drawback. The object of the present invention is to provide a semiconductor wafer cleaning apparatus that, even if a high aspect-ratio structure such as a trench hole is formed in the surface of the semiconductor wafer, can substitute a cleaning liquid for bubble remaining inside the trench hole, and more reliably remove foreign matter remaining on the inner surface thereof, thereby allowing an

improvement in the quality and the yield rate of the semiconductor wafer.

[Means for Solving the Problems]

The semiconductor wafer cleaning apparatus according to the present invention is characterized by comprising a cleaning tank that stores a cleaning liquid in which a semiconductor wafer is immersed, and that has an ultrasonic oscillator for applying ultrasonic oscillations to the cleaning liquid; and a pressure container that accommodates the cleaning tank therein, and that has pressurizing means and depressurizing means.

[Operation]

According to the above-described features, it is possible to pressurize and depressurize the inside of the pressure container while immersing the semiconductor wafer to be cleaned in the cleaning liquid stored in the cleaning tank under an atmospheric pressure and applying ultrasonic oscillations to this cleaning liquid. When the inside of the pressure container is subjected to depressurization operation, the pressure balance that has been maintained, under the atmospheric pressure, between the cleaning liquid and a bubble remaining in the trench hole formed in the surface of the semiconductor wafer, is changed and disrupted. Once the pressure balance between the cleaning liquid and the bubble has been disrupted, the bubble floats up while

expanding in volume in order to keep pressure balance with the cleaning liquid, and ultimately slips outside the trench hole. Concurrently with the slip-out of the bubble, the cleaning liquid enters the trench hole, and the cleaning liquid is substituted for the bubble, whereby cleaning of the inner surface of the trench hole is performed by the cleaning liquid that has entered.

Furthermore, when pressurizing and depressurizing operations with respect to the inside of pressure container is repeated, the cleaning liquid comes to flow in accordance with a pressure change, so that the cleaning liquid that has entered the trench hole is replaced. Thus, the cleaning of the inner surface of the trench hole is promoted.

#### [Embodiment]

Hereinafter, an embodiment according to the present invention will be described with reference to the drawings.

Fig. 1 is a sectional view showing the schematic construction of a cleaning apparatus according to the present invention. In Fig. 1, symbol 1 denotes the cleaning apparatus. In Fig. 1, components or parts that are the same as or equivalent to those in Fig. 2 showing the conventional cleaning apparatus 20 are denoted by the same symbols.

This cleaning apparatus 1 includes a cleaning tank 22 that stores a cleaning liquid 21 in which a semiconductor wafer W, held in an upright posture, is immersed; and an

pressure container 2 accommodating this cleaning tank 22 therein, and being subjected to pressurizing and depressurizing operations. Outside the bottom surface of the cleaning tank 22, there is provided an ultrasonic oscillator 24 for applying ultrasonic oscillations to the cleaning liquid 21. Above the pressure container 2, there is provided a container lid 4 that is openably/closably supported by a swingably supported actuator 3, such as a hydraulic cylinder. This container lid 4 is adapted to be capable of enclosing the opening of the pressure container 2 via a seal member 5.

One end of an exhaust piping 7 constituting the depressurizing means 6 communicates and connects with one side surface of the pressure container 2. The other end of the container lid 7 communicates and connects, via an exhaust valve 10, with a depressurization buffer tank 9 that is always maintained at a pressure on the level of 100 to 200 Torr by depressurization using a vacuum pump 8. Here, the inner volume of the depressurization buffer tank 9 is preset to a value several tens of times larger than the inner volume of the pressure container 2 of which the inside can be depressurized in a short time such as 0.5 s or less. Also, an atmospheric pressure introducing piping 12 constituting pressurizing means 11 communicates and connects with the other side of the pressure container 2. This

atmospheric pressure introducing piping 12 is provided with a pressure release valve 13 to be used when the inner pressure of the pressure container 2 is to be returned to an atmospheric pressure. A symbol 14 in Fig. 1 denotes a filter provided at an opening end of the atmospheric air introducing piping 12 for removing particles contained in atmospheric air, having sizes such as 0.1  $\mu\text{m}$  or more.

While, as described later, the pressurizing means 11 is used for pressurizing the inside of the pressure container 2, it goes without saying that, for example, a pressurizing piping system (not shown) for pressurizing the inside of the pressure container 2 may be provided besides the atmospheric air introducing piping 12 system.

Next, the cleaning procedure of the semiconductor wafer W, performed by using the semiconductor wafer cleaning apparatus 1 with the above-described features, will be described with reference to Fig. 1, and Figs. 3(a) and 3(b) wherein the semiconductor wafer W is shown in an enlarged sectional view.

First, the semiconductor wafer W to be cleaned is placed on a wafer cassette 26 and held thereby. Thereafter, the actuator 3 is started to open the container lid 4. Then, by using a cassette holding jig (not shown), the wafer cassette 26 is immersed in the cleaning liquid 21 and placed inside the bottom surface of the cleaning tank 22.

Thereupon, inside the trench hole T having a high aspect-ratio structure and formed in the surface of the semiconductor wafer W, a bubble 32 as shown in Fig. 3A remains, just as in the case of the conventional example. Even if ultrasonic oscillations are applied to the cleaning liquid 21 by starting the ultrasonic oscillation 24, the bubble 32 does not slip out of the trench hole T, and interferes with the entry of the cleaning liquid 21 into the trench hole T.

Next, the actuator 3 is restarted to close the container lid 4 of the pressure container 2. Thereafter, by opening the exhaust valve 10 to establish continuity between the pressure container 2 and the depressurization buffer tank 9, the inside of the pressure container 2 is depressurized. Thereupon, by this depressurizing operation, the pressure balance that has been maintained, under the atmospheric pressure, between the cleaning liquid 21 and a bubble 32 remaining in the trench hole T formed in the surface of the semiconductor wafer, is changed and disrupted. In order to keep pressure balance with the cleaning liquid 21, the bubble 32 floats up while expanding in volume, and ultimately slips outside the trench hole, as shown in Fig. 3(b).

Concurrently with the slip-out of the bubble 32, the cleaning liquid 21 enters the trench hole T, and thereby the

cleaning liquid 21 is substituted for the bubble 32. Here, because the inside of the pressure container 2 has been depressurized in a very short time, a lifting effect on the cleaning liquid 21 stored in the cleaning tank 22 simultaneously occurs. Following this flow of the cleaning liquid 21, the float-up and the slip-out of bubble 32 enhances. Consequently, because the cleaning liquid 21 substituted for the bubble 32 enters the trench hole T, and in addition, by ultrasonic oscillations applied to the cleaning liquid 21, the cleaning of the inside of the trench hole T formed in the semiconductor wafer W is performed, so that the foreign matter 33 adhering to the inner surface of the trench hole T is caused to fall off and is removed.

Moreover, upon pressurizing the inside of the pressure container 2 by opening the pressure release valve 13 provided in the atmospheric air introducing piping 12, a flow of the cleaning liquid 21 as a result of the pressure change occurs, as in the case of the depressurizing operation. Herein, upon repeating pressurizing and depressurizing operations with respect to the inside of the pressure container 2, the cleaning liquid 21 flows, so that the cleaning liquid 21 that has entered the trench hole T is replaced. This further promotes the cleaning of the inner surface of the trench hole T, and enhances the removal efficiency of foreign matter 33. In taking out the

semiconductor wafer W that has been cleaned according to the above-described cleaning procedure, atmospheric air is introduced into the pressure container 2 through the atmospheric air introducing piping 12, and then, after having opened the container lid 4, the semiconductor wafer W is taken outside the semiconductor wafer cleaning apparatus 1.

[Advantages]

As described above, according to the present invention, upon depressurizing the inside of the pressure container, the cleaning liquid is substituted for a bubble remaining in the trench hole formed in the surface of the semiconductor wafer that is immersed in the cleaning liquid in the cleaning tank accommodated in the pressure container. Hence, the cleaning liquid enters the trench hole, and thus the cleaning of the inner surface of the trench hole is performed by the cleaning liquid that has entered the trench hole. Furthermore, upon repeating pressurizing and depressurizing operations with respect to the inside of the pressure container, the cleaning liquid that has entered the trench hole is replaced, which promotes the cleaning of the inner surface of the trench hole.

Therefore, according to the present invention, even if a high aspect-ratio structure such as a trench hole is formed in the surface of the semiconductor wafer, it is

possible to easily substitute the cleaning liquid for a bubble remaining inside the trench hole, and more reliably remove foreign matter adhering to the inner surface the trench hole. This produces the effect of improving the quality and the yield rate of the semiconductor wafer.

#### 4. Brief Description of the Drawings

Fig. 1 is a sectional view showing the schematic construction of a cleaning apparatus according to the present invention. Fig. 2 is a sectional view showing the schematic construction of a cleaning apparatus of a conventional example. Figs. 3(a) and 3(b) are each an enlarged sectional view of the main section of a trench hole formed in the surface of a semiconductor wafer.

In the figures, symbol 1 denotes a semiconductor wafer cleaning apparatus, 2 denotes a pressure container, 6 denotes depressurizing means, 11 denotes pressurizing means, 21 denotes a cleaning liquid, 22 denotes a cleaning tank, 24 denotes an ultrasonic oscillator, w denotes a semiconductor wafer, and T denotes a trench hole.

In the figures, the same symbols denote the same or equivalent components or parts.

[Symbols]

FIG. 1

- 1: semiconductor wafer cleaning apparatus
- 2: pressure container
- 6: depressurizing means
- 11: pressurizing means
- 21: cleaning liquid
- 22: cleaning tank
- 24: ultrasonic oscillator
- W: semiconductor wafer
- T: trench hole